

羧甲基壳聚糖/海藻酸钠共混膜对哈密瓜 保鲜效果的影响

Effect on preservation of Hami melon of coating blended film
with carboxymethyl chitosan / alginate

曾媛媛 周 研 谢 晶 王锡昌 周 然

ZENG Yuan-yuan ZHOU Yan XIE Jing WANG Xi-chang ZHOU Ran

(上海海洋大学食品学院, 上海 201306)

(College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

摘要:为了探讨羧甲基壳聚糖/海藻酸钠共混涂膜对哈密瓜常温贮藏(23℃)期间的保鲜效果,分别将羧甲基壳聚糖、海藻酸钠以及羧甲基壳聚糖和海藻酸钠共混物与肉桂醛复配,制成3种复合涂膜保鲜剂对哈密瓜进行涂膜处理。通过测定哈密瓜多酚氧化酶(PPO)活性,过氧化氢酶(CAT)活性,失重率,可溶性固形物含量,以及口感、外观和香味等感官指标,对哈密瓜进行品质评价。结果表明:羧甲基壳聚糖/海藻酸钠共混涂膜处理能够降低失重率和PPO含量,同时维持较高的可溶性固形物含量、CAT含量和较好的感官评定结果,可见共混涂膜保鲜效果更佳。

关键词:哈密瓜;共混涂膜;保鲜

Abstract: The effect of coating blended film with carboxymethyl chitosan/alginate was examined on Hami melon during storage at 23℃. Carboxymethyl chitosan, carboxymethyl chitosan and alginate, and seaweed sodium blend with cinnamon aldehyde compound, which were prepared by three kinds of coatings complex preservative for Hami melons were coated. By measuring polyphenol oxidase (PPO) activity, catalase (CAT) activity, weight loss, soluble solids content, as well as taste, appearance and flavor and other sensory indicators of, the quality evaluation of Hami melons for quality evaluation was done. The results showed that: chitosan/sodium alginate blend coating process can reduce the weight loss and PPO content, while maintaining a high soluble solids content, CAT content and good sensory evaluation of melons, showing the with better preservation

tion by blend coating film preservation better.

Keywords: Hami melon; coating; preservation

哈密瓜(*Cucumis melo*, L.)是新疆特色水果,其口感独特,营养丰富,深受消费者喜爱。但哈密瓜采摘后,在贮藏过程中易出现失水软化、表皮开裂、发霉腐烂等问题,使得哈密瓜的保鲜问题显得尤其突出,其中涂膜保鲜是近年来使用越来越广泛的保鲜技术,国内外学者多以壳聚糖^[1-3]、果蜡^[4]等制备涂膜,并添加乳酸链球菌素、那他霉素等抑菌剂或热水前处理对哈密瓜进行处理。但这些涂膜剂均存在自身的缺点,如果蜡阻湿性较好,但是不溶于水,且涂膜后有明显的蜡味;壳聚糖具有生物活性,但是溶解需要酸性环境。而多种基础膜剂复合成膜后,得到的涂膜剂机械性质、阻湿性和透气性都有所改变,使得膜的性质有所增强^[5-6]。

海藻酸钠(sodium alginate, NaAlg)作为一种基础涂膜剂,具有良好的成膜性,且不易被微生物分解利用,已经广泛用于各种水果保鲜^[7-8]。其与羧甲基壳聚糖在1:1到1:5范围内相容性好,且共混后具有更好的机械性能和更强的阻湿性^[5-6]。周研等^[9]将羧甲基壳聚糖与海藻酸钠复配制成复合涂膜,并在涂膜前加入Harpin前处理,发现Harpin处理结合复合涂膜比仅用涂膜处理的保鲜效果更好。但对于羧甲基壳聚糖复合涂膜、海藻酸钠复合涂膜以及羧甲基壳聚糖和海藻酸钠复合涂膜对哈密瓜保鲜效果之间并未作出比较,因而有必要对3种复合涂膜的保鲜效果进行研究对比,以期得出最优复合涂膜。

本试验拟以新疆哈密瓜为材料,研究常温(23℃)条件下不同涂膜剂对哈密瓜贮藏品质的影响,比较不同涂膜处理之间的区别,以及共混涂膜的保鲜效果,以期找出最佳涂膜配方。

基金项目:国家自然科学基金(编号:31201439);上海高校一流学科建设项目资助(编号:B-5005-13-0002-4);上海市科委工程中心建设项目(编号:11DZ2280300);上海海洋大学优秀青年学科骨干培养计划(海鸥计划)资助项目

作者简介:曾媛媛,女,上海海洋大学在读硕士研究生。

通讯作者:周然(1977—),男,上海海洋大学副教授,博士。

E-mail: rzhou@shou.edu.cn

收稿日期:2015-12-29

1 材料与方法

1.1 试验材料

新鲜哈密瓜:产地新疆,上海市售。挑选成熟且颜色、大小一致,无机械损伤与病虫害感染的哈密瓜用作试验材料,运输至贮藏室待用。

复合涂膜剂的制备:羧甲基壳聚糖复合涂膜的配制参照文献[10],略作修改:用质量分数为1.5%羧甲基壳聚糖、0.5%甘油和1%吐温80混合溶解,完全溶解后加入0.5%肉桂醛,磁力搅拌均匀,再用纱布滤去不溶物,保鲜膜封口,超声消泡30 min后待用。海藻酸钠复合涂膜的配制参照文献[10],略作修改:用质量分数为1.5%的海藻酸钠代替羧甲基壳聚糖,重复羧甲基壳聚糖复合涂膜配制方法即得海藻酸钠复合涂膜。羧甲基壳聚糖/海藻酸钠共混膜的制备参照文献[9],略作修改:取质量分数为0.5%羧甲基壳聚糖,1%海藻酸钠,0.5%甘油,0.6%吐温80混合溶解,之后加入0.5%肉桂醛,用蒸馏水溶解混合,磁力搅拌2 h,用纱布滤去不溶物,保鲜膜封口,超声消泡30 min待用。

1.2 试验设计

挑选120个哈密瓜,分为对照组、海藻酸钠涂膜处理组、羧甲基壳聚糖涂膜处理组、海藻酸钠与羧甲基壳聚糖共混涂膜处理组,每组30个哈密瓜。对照组的哈密瓜直接套袋装箱贮藏,其余3组分别用相应的涂膜剂浸泡涂膜,浸泡时间为30 s,待晾干后套袋装箱贮藏。贮藏温度为23℃,贮藏期间以7 d为周期取样4个周期测定各项指标。

1.3 测定项目及方法

- 1.3.1 过氧化氢酶含量 参照文献[11]。
- 1.3.2 多酚氧化酶含量 参照文献[12]。
- 1.3.3 感官评定 采用9分制法^[13]。挑选5个经过专业感官评定培训的学生组成感官评分小组,对哈密瓜风味、外观、香味等感官进行评分(评分标准见表1)。按照感官评分小组对各个项目的敏感程度,确定每个感官评分项的权重分别为0.4、0.3、0.3,计算加权平均分。最后,根据评分小组加权平均分确定哈密瓜的感官评定结果。其中,7~9分为新鲜,5~7分为较新鲜,3~5分为一般,3分以下为不可接受。
- 1.3.4 失重率 采用称重法,按式(1)计算:

$$w = \frac{m_0 - m}{m_0} \times 100\%,$$

式中:

表 1 哈密瓜感官评定表^[13]

Table 1 Sensory evaluation of Hami melon

分值	口感	外观	香味
7~9	口感甜,脆	表皮纹理清晰,且由绿到黄	清香,无异味
5~7	口感较甜,脆	表皮纹理较清晰,呈黄色	甜香,无异味
3~5	口感较甜,较脆	表皮纹理不清晰、暗黄色,有裂痕	甜香,有异味
0~3	口感甜味淡,软	表皮萎蔫、暗黄色,有裂痕及棕色斑点	香味淡,有异味

w ——失重率,%;

m_0 ——哈密瓜初始质量,g;

m ——贮藏一定时间的质量,g。

- 1.3.5 可溶性固形物 利用手持折光仪测定。
- 1.3.6 电子舌 电子舌是利用仿生材料结合电子传感器以及先进的计算程序,模拟人类舌头的味觉功能,区分食品的不同滋味。参考韩剑众等^[14]方法,测定哈密瓜的酸、甜、苦、咸、鲜5种呈味物质。准确称取1 g哈密瓜果肉,放入离心管中,加适量高纯水,在4℃下,10 000 r/min离心10 min,过滤后取上清液定容到100 mL用于电子舌测定,电子舌测定方法参照文献[15]。

1.4 数据处理方法

试验指标平行测定3次,数据间的差异性使用Spss 20.0中的Duncan法进行方差分析和多重比较,利用Origin Pro V 8.6软件绘制曲线。

2 结果分析

2.1 羧甲基壳聚糖/海藻酸钠涂膜对过氧化氢酶(CAT)活性的影响

CAT可以通过催化分解,清除哈密瓜果肉中的过氧化氢,能够降低脂质氧化程度,从而延缓果实衰老,是生物防御体系中的关键酶之一^[16]。由图1可知,对照组的CAT活性大致呈现下降趋势,而涂膜处理组的CAT活性较对照组高,且有峰值,说明涂膜处理可有效维持CAT活性,延缓哈密瓜衰老进程。不同处理组最大峰值出现时间不同,羧甲基壳聚糖组在14 d出现峰值,共混涂膜组峰值推迟到了28 d。海藻酸钠组在7 d和35 d出现两个接近的峰值,而在21 d有最低值,这说明海藻酸钠涂膜处理的哈密瓜在21 d时有较高的H₂O₂含量。在贮藏35 d时,3个处理组的CAT活性均高于对照组,说明3种涂膜均能提高CAT的活性,从而延缓果实衰老,抑制脂质氧化。

2.2 羧甲基壳聚糖/海藻酸钠涂膜对多酚氧化酶(PPO)活性的影响

PPO是引起果蔬类酶促褐变的主要酶类,它能催化多酚类物质氧化,同时它也是植物在抵御病原微生物侵染过程中

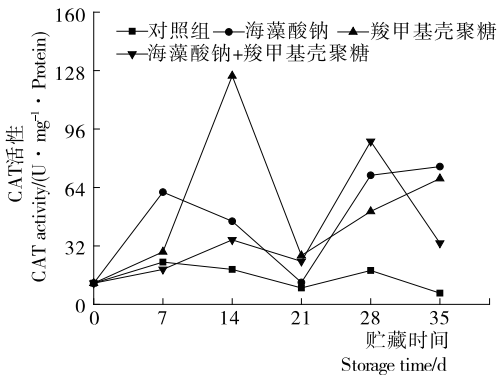


图 1 共混涂膜对哈密瓜 CAT 活性的影响

Figure 1 Effect of blend film coating treatments on CAT activity of Hami melon

一种敏感的酶。由图 2 可知,哈密瓜在贮藏期间 PPO 活性先升后降,3 个涂膜组 PPO 活性的峰值都较对照组有所推迟。整个贮藏过程中,海藻酸钠涂膜和羧甲基壳聚糖涂膜效果比较接近,而共混涂膜组与它们有所差异,共混涂膜较其他两种涂膜的 PPO 活性变化幅度小,说明共混涂膜能够更有效地控制 PPO 酶活性,抑制多芬物质氧化,从而延缓哈密瓜衰老。

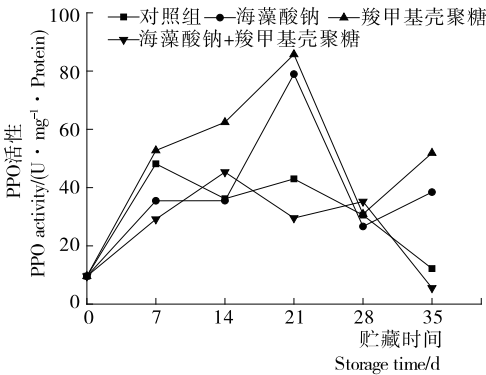


图 2 共混涂膜对哈密瓜 PPO 活性的影响
Figure 2 Effect of blend film coating treatments on PPO activity of Hami melon

2.3 羧甲基壳聚糖/海藻酸钠涂膜对感官评定的影响

感官评定是评价水果品质直接且有效的手段,通过对哈密瓜口感、外观、香味 3 个方面的综合评定,可以反映哈密瓜的商品品质。由图 3 可知,在贮藏期内,整体感官评分呈先上升后下降的趋势,第 7 天时 3 组感官评分都达到最高分,这是因为哈密瓜在第 7 天时,贮藏温度较采收温度低,低温抑制了哈密瓜呼吸,而贮藏初期可溶性固形物(图 5)的上升对哈密瓜的感官品质有所改善。第 35 天时,3 个涂膜组感官评分都高于对照组,且 3 组之间感官评分接近。说明涂膜可以提高哈密瓜感官评分。贮藏末期 3 个试验组哈密瓜果肉都略带酒味,因此 3 种涂膜对于哈密瓜感官的保持较一致。

2.4 羧甲基壳聚糖/海藻酸钠涂膜对失重率的影响

常温贮藏条件下,失重率是影响水果商品价值的一个重要因素,而失重率是由失水所造成的。采后哈密瓜失水程度以及腐败程度与失重率密切相关。由图 4 可知,各个试验组

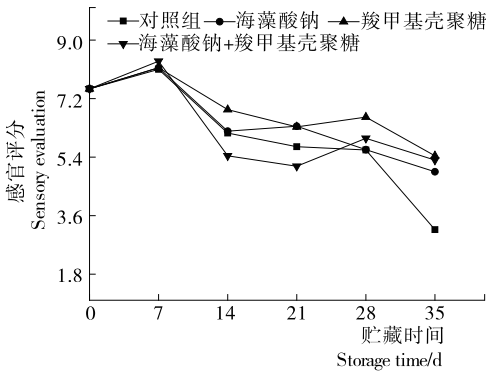


图 3 共混涂膜对哈密瓜感官评定的影响
Figure 3 Effect of blend film coating treatments on sensory evaluation of Hami melon

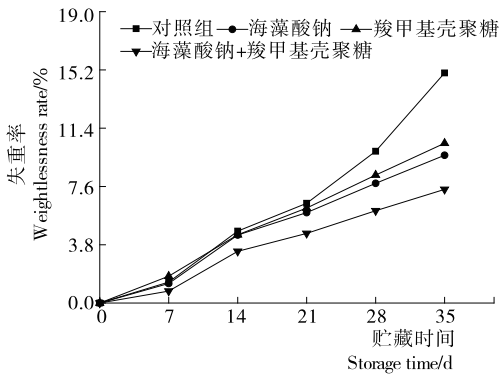


图 4 共混涂膜对哈密瓜失重率的影响
Figure 4 Effect of blend film coating treatments on weight loss of Hami melon

的失重率在贮藏期间都逐渐升高,其中对照组失重率增加最快,共混涂膜组失重率增加最慢。第 35 天时羧甲基壳聚糖组和海藻酸钠组的失重率显著低于对照组($P<0.05$),说明两种涂膜都能降低哈密瓜的失重率。而共混涂膜组的失重率又显著低于海藻酸钠组和羧甲基壳聚糖组($P<0.05$)。这说明共混涂膜可以有效降低哈密瓜的失重率,具有更好的阻湿性。

2.5 羧甲基壳聚糖/海藻酸钠涂膜对可溶性固形物的影响

可溶性固形物含量是评价果实品质的重要指标,其含量会随着哈密瓜的后熟而增加,又会因为贮藏过程中呼吸作用而消耗。它的含量直接影响哈密瓜的口感,可以直接反映哈密瓜的品质变化以及营养价值。由图 5 可知,可溶性固形物含量在整个贮藏期内,先上升后下降。而对照组在贮藏 7 d 后就开始下降,而且峰值也小于 3 个涂膜处理组。第 35 天时,3 个试验组的可溶性固形物含量均高于对照组,说明涂膜处理可以降低可溶性固形物的消耗。而共混涂膜组与羧甲基壳聚糖组含量接近,高于海藻酸钠组,并且共混涂膜组可溶性固形物峰值出现在第 28 天,说明共混涂膜组维持哈密瓜可溶性固形物含量的效果较好,更能保持哈密瓜的营养价值。

2.6 羧甲基壳聚糖/海藻酸钠涂膜电子舌分析结果

电子舌是利用电子传感器代替人的舌头,来辨别不同的

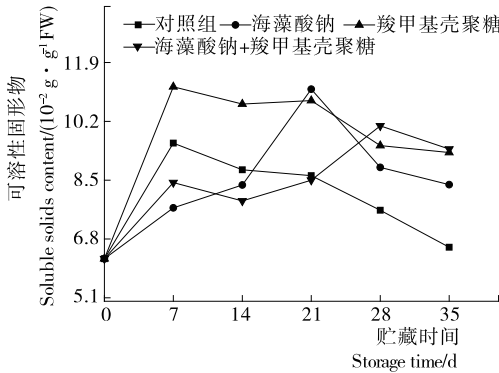
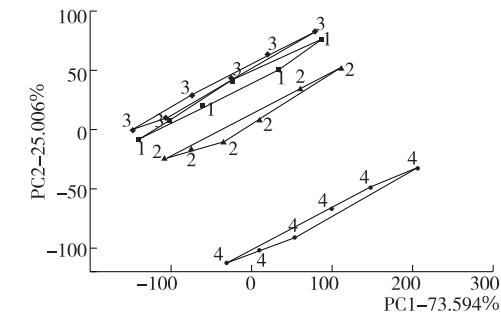


图 5 共混涂膜对哈密瓜可溶性固形物活性的影响
Figure 5 Effect of blend film coating treatments on total soluble solid activity of Hami melon

滋味,其区别能力较高,已经广泛用于水产、肉禽、水果等食品的检测。图6是贮藏时间为35 d的哈密瓜主成分分析图(principal component analysis,PCA)。4个试验组的两种主成分总共保留了原始数据的98.17%的信息量。分析图6,该主成分得分图明显分为了3个区域,由此说明,贮藏35 d时,由于主成分1的含量不同,导致3个试验组和对照组之间的区别大;而主成分2的差异直接造成了3个试验组的区别。考虑到主成分2占两种主成分总量的比例仅为25.21%,所以海藻酸钠涂膜组和海藻酸钠涂膜组两个试验组之间的整体区别并不大。由此可见,贮藏35 d时对照组与海藻酸钠涂膜组、羧甲基壳聚糖涂膜组区别不大,而与共混涂膜组的区别较大。综上所述,整体上哈密瓜的滋味改变不大,共混涂膜能够使哈密瓜滋味物质产生区别。



1. 对照组 2. 海藻酸钠涂膜组 3. 羧甲基壳聚糖涂膜组
4. 共混涂膜组

图6 贮藏35 d后共混涂膜哈密瓜的主成分得分图
Figure 6 PCA of Hami melon after storing for 35 d

3 结论

研究表明,3种复合涂膜均能维持哈密瓜的良好感官,保持并提高过氧化氢酶及多酚氧化酶的活性,有效抑制哈密瓜的衰老,且3种复合涂膜对哈密瓜的感官影响差异小。但共混涂膜相对于海藻酸钠涂膜和羧甲基壳聚糖涂膜,更能有效提高CAT酶活性和控制PPO酶活性,并且对失重率有更为显著的抑制作用,表明共混涂膜能够显著降低哈密瓜失重率,有效抑制了哈密瓜氧化、衰老。但从价格方面考虑,羧甲基壳聚糖的价格远高于海藻酸钠,选择用海藻酸钠代替部分羧甲基壳聚糖制备涂膜剂,既可以增强膜的阻湿性,又能维持较高的可溶性固形物含量和感官评分,因此海藻酸钠/羧甲基壳聚糖共混涂膜在哈密瓜保鲜的应用中更有利。

参考文献

[1] Chen Wen-xuan, Jin Tony Z, Gurtler Joshua B, et al. Inactivation of Salmonella on whole cantaloupe by application of an antimicrobial coating containing chitosan and allyl isothiocyanate[J]. International Journal of Food Microbiology, 2012, 155(3): 165-170.

[2] Cong Feng-song, Zhang Yun-gui, Dong Wen-yan. Use of surface coatings with natamycin to improve the storability of Hami

melon at ambient temperature [J]. Postharvest Biology and Technology, 2007, 46(1): 71-75.

[3] 王静, 李学文, 廖新福, 等. 热处理和壳聚糖涂膜对采后接菌哈密瓜生理生化特性的影响[J]. 西北植物学报, 2012, 32(2): 318-323.

[4] 刘晋联, 郝玲英. 臭氧、保鲜剂及温度对哈密瓜呼吸强度及贮藏效果的影响[J]. 山西气象, 2007(3): 18-20.

[5] Sipahi R E, Castell-Perez M E, Moreira R G, et al. Improved multilayered antimicrobial alginate-based edible coating extends the shelf life of fresh-cut watermelon (Citrullus lanatus) [J]. LWT - Food Science and Technology, 2013, 51(1): 9-15.

[6] 胡晓亮, 周国燕, 王春霞, 等. 海藻酸钠在水果贮藏保鲜中的应用[J]. 食品与发酵工业, 2012, 38(1): 143-146.

[7] Zhang Li-na, Guo Ji, Zhou Jin-ping, et al. Blend membranes from carboxymethylated chitosan/alginate in aqueous solution [J]. Journal of Applied Polymer Science, 2000, 77 (3): 610-616.

[8] 何荣军, 杨爽, 孙培龙, 等. 海藻酸钠/壳聚糖微胶囊的制备及其应用研究进展[J]. 食品与机械, 2010, 26(2): 166-173.

[9] 周研, 谢晶, 周然, 等. Harpin处理结合羧甲基壳聚糖/海藻酸钠复合涂膜对哈密瓜保鲜效果的影响[J]. 现代食品科技, 2015 (4): 248-252.

[10] 周然, 闫丽萍, 谢晶, 等. 可食性涂膜对冷藏过程中上海蜜梨品质的影响[J]. 上海农业学报, 2010, 26(4): 53-56.

[11] 王静, 李学文, 廖新福, 等. 热处理结合壳聚糖对哈密瓜生理活性的影响[J]. 贮藏保鲜, 2013, 34(16): 107-111.

[12] Zhou Ran, Zhang Gui-xiang, Hu Yun-sheng, et al. Reductions in flesh discolouration and internal morphological changes in Nanhui peaches (Prunus persica (L.) Batsch, cv. Nanhui) by electrolysed water and 1-methylcyclopropene treatment during refrigerated storage [J]. Food Chemistry, 2012, 135 (3): 985-992.

[13] 周任佳, 乔勇进, 王海宏, 等. 高能电子束辐照对鲜切哈密瓜生理生化品质的影响[J]. 核农学报, 2012, 26(2): 300-305.

[14] 韩剑众, 黄丽娟, 顾振宇, 等. 基于电子舌的鱼肉品质及新鲜度评价[J]. 农业工程学报, 2008, 24(12): 141-144.

[15] 高利萍, 王俊, 崔绍庆. 不同成熟度草莓鲜榨果汁的电子鼻和电子舌检测[J]. 浙江大学学报, 2012, 38(6): 715-724.

[16] Yang Zhen-feng, Cao Shi-feng, Su Xin-guo, et al. Respiratory activity and mitochondrial membrane associated with fruit senescence in postharvest peaches in response to UV-C treatment [J]. Food Chemistry, 2014, 161: 16-21.